

ポンプ浚渫船の能率的使用法

運輸技術研究所港灣施設部長

新 妻 幸 雄

§ 1. はしがき、

ポンプ浚渫船は、浚渫或は埋立を伴ふ河川工事、港灣工事、及び干拓工事等に広く利用されてゐるが、ポンプ船の能率を上げることについては、如何にして作業の休止時間を短縮して作業時間を多くするかと言ふことについて考慮されては居るが、それ以上は大体乗組員の熟練による感に頼つて居るのが実状である。

浚渫船が或地点に於て或排砂距離で運転して居る場合、單位時間内の浚渫能力を増加する方法は考へられなかつたのであるが、港灣施設部で考案されたポンプ船の含泥量測定器によつて、ポンプ船の性能試験をする方法を考案し、何隻かのポンプ船の性能試験をして居る中に、ポンプ船は實際に含泥率5%程度或は夫以下に非能率な運転をして居るものが多く、この能率を簡單な方法で高めることが出来る見通しがついた。

即ちポンプ船の性能試験によつて、ポンプ船のポンプの或る径のインペラーを一定速度で回転させた場合、このポンプ船には浚渫能力の最大となる排砂距離、即ち最良排送距離と言うものがあり、排砂距離がこれより短かくても長くても、浚渫能力は減少するのであつて、實際の排送距離が最良排送距離より短い場合は、排送管の出口に或る開口比の絞板をつけることによつて最良の排送距離と同じ浚渫能力を発揮させることが出来ることがわかつた。

排送距離が最良排送距離より長い場合は、ポンプの回転数を増したり、インペラーの径を大にしたりしなれるはならないが、これについての具体

的な方法は目下研究中である。

こゝでは試験法の説明と、試験データの整理方法及びこの結果から求められるポンプ船の能率的使用法について説明する。

§. 2. ポンプ船の性能試験法、

(1). 含泥率の測定

別図の様な含泥率測定器を用いる。

排送水中の土砂含有率が大きくなると重くなり、水と排砂管を支へて居るホントーンの沈み量が増すので、この沈み量の増加を測定器で測定すれば含泥率は次式で算出される。

$$g = t \times \frac{\rho_w}{\rho_s - \rho_w} \times \frac{4Zd \cdot l}{\pi D^2 L} \times \frac{1}{10}$$

g : 含泥率(%) (真容比重), t : ホントーンの沈み量(mm).

L : 一組のホントーンの受持つ排砂管の単位長さ(継手中心距離)(m).

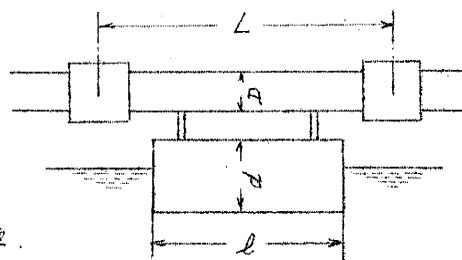
l : ホントーンの長さ(m).

D : 排砂管の内径(m).

d : ホントーンの内径

Z : 一組のホントーンの数 = 2

ρ_w : 水の比重, ρ_s : 土砂の真比重.



即ち $g = 0.255 \frac{\rho_w}{\rho_s - \rho_w} \cdot \frac{d \cdot l}{D^2 L} \cdot t \%$ (真容重比)

尚浅深埋立土量になほすには、見掛けの比重を用いて修正する。

即ち $V_H = g \theta_H \frac{\rho_s}{\rho_0}$

V_H : 1時間当りの浅深埋立土量 $m^3/時$, θ_H : 1時間当りのポンプ吐出量 $m^3/時$

ρ_0 : 水底又は埋立後の土の見掛け比重,

含泥量測定器三種、別図の通り。

a). 自記用 計量槽 2個, 電源筐 1個, 自動記録器 1個, 指示器 1個

(b)、真読用、 計量槽 1個、指示器 1個、電源巻 1個、

(c)、簡易型、 計量管 1個、 マノメーター 1本、

(2)、流速(流量)の測定

排砂管内の流速は断断なく変化して居るので、これを連続的に且つ実用的に測定するには、ピトー管を用いる。しかし普通のピトー管では数秒で測定孔が泥でつまから別図の様な特別考案の泥水用ピトー管を用いる。

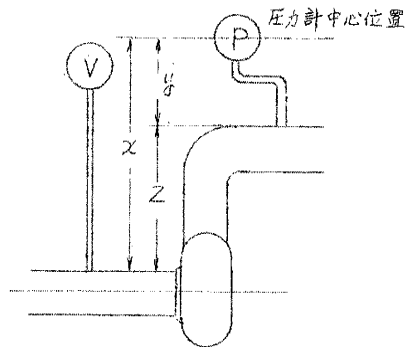
乃ほ自記用含泥量測定器でも速度は出せる。

(3)、揚程の測定

$$H = P + V + \gamma \rho_w + Z \rho_m$$

H : 全揚程, P : 圧力計の読みと水柱高さで表はしたもの(m), V : 眞圧計の読みと水柱高さで表はしたもの(m)

ρ_m : 泥水の比重 ρ_w : 水の比重 = 1.



$$\{ 1 \text{ kg/cm}^2 = 10.009 \text{ m} \quad : \quad 1 \text{ 封度/吋}^2 = 0.704 \text{ m} \}$$

$$\{ 1 \text{ cm Hg} = 0.136 \text{ m} \quad : \quad 1 \text{ 吋 Hg} = 0.346 \text{ m} \}$$

一般に Z は小さいので、 $Z \rho_m \approx Z \rho_w$ として $H = P + V + \gamma$ とする。

但し上式には圧力取出口から圧力計迄の導管には水が満たされてゐること、眞圧取出口から眞圧計迄の導管には空気が満たされて居ることを條件とする。

(4)、馬力の測定

殆んどが交流の定速モーターであるが、この出力を正確に知るには、力率計、KWメーター、モーターの特性曲線が必要であるが、一般に船には電流計と電圧計しか備へ付けて居る。故にモーターの銘板を信用して電流と電圧の積が馬力に比例すると考へても、この程度の試験には充分役立つと思ふ。

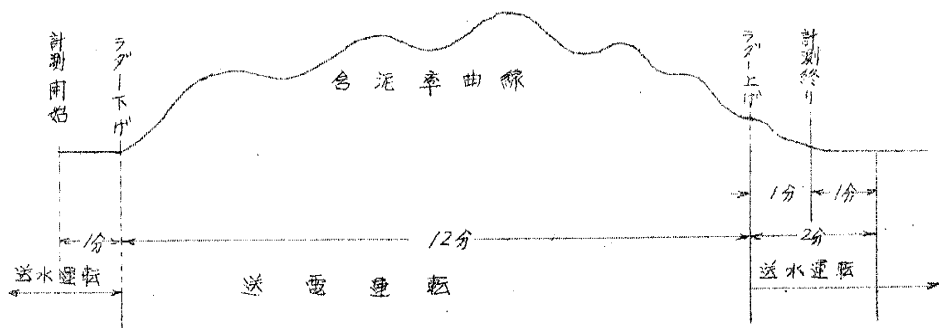
乃ほ動力がディーゼルや蒸気の場合には、簡単に瞬間々の馬力を推定出

末なり。

(5). 試験方法、

試験時は排砂管長は最良排送距離より短いことが必要である。

排砂管の出口が全開の時、出口に面積の1割の絞板をつけた時（開口比0.9と言う）。開口比0.8, 0.7, 0.6, 0.5----0.2等について1回15分間程度の試験を行ふ。順序は次図の通りで、この間10秒毎の信号で吸入負圧計, 吐出圧力計, ヒート管（流速）, 含泥量計, 主電流計, 主電圧



計の記録をとって行く。

§ 2. 記録整理、

試験記録から以下の様な図面を作る。

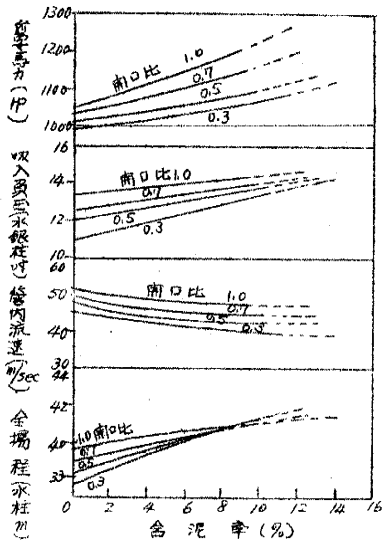
(1). 含泥率に対する各開口に比別の馬力, 吸入負圧, 管内流速, 全揚程の関係図、(第2図)

(2). 送水運転時に於ける開口比に対する、馬力、吸入負圧, 吐出圧力、管内流速の関係図 (第3図)

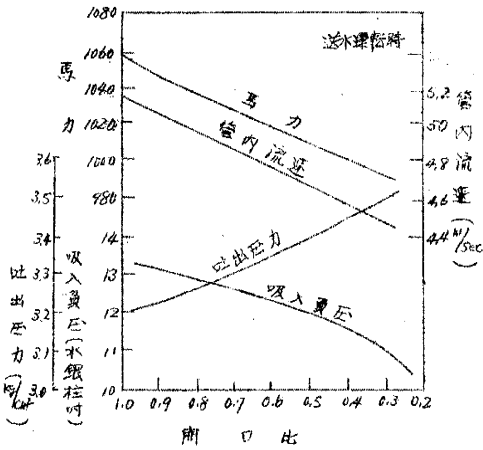
(3). 淤渫土量 = (排砂管断面積) × (管内流速) × (含泥率) × $\frac{\text{土の真比重}}{\text{土の懸拌り比重}}$
から淤渫土量が求められるで、絞板の開口比に依る淤渫能力の変化を吸入負圧別に求めることが出来る。(第4図)

(4). 上記の図面を書きなはして、吸入負圧の変化による淤渫及び消費電

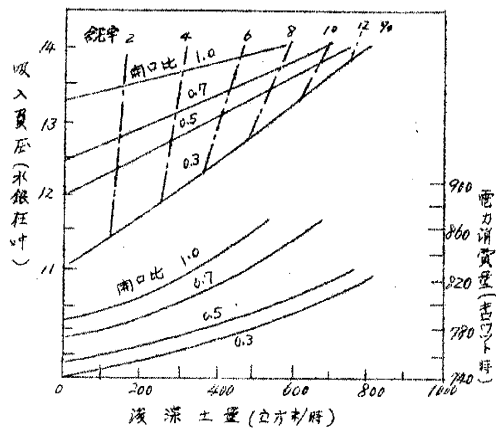
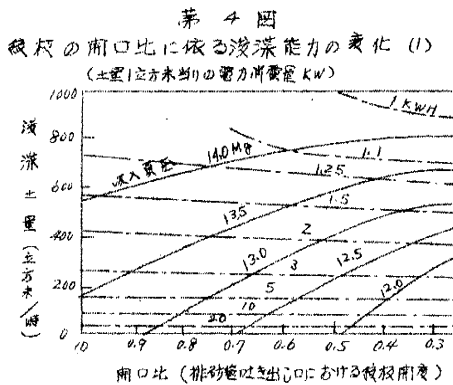
第 2 図
含泥率に対するポンプの諸元



第 3 図
送水運転時における絞れ開口比とポンプの諸元



第 4 図
絞れの開口比に依る浅渾能力の変化 (1)
(土量 1 立方メートル当りの電力消費量 kW)



力の変化を開口比別に示す図面を求めろ。(第 5 図)

以上によつて開口比の選定が非常に重要であることがわかる。

(5)、試験時の開口比が何米の排送距離に相当するか、又最良排送距離は何米かを求めろ。

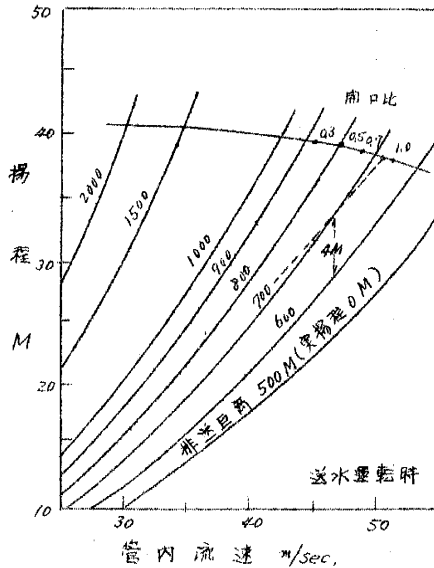
$$\text{揚程} = \text{実揚程} + \text{抵抗揚程}, \quad \text{抵抗揚程} \propto (\text{管長}) \times (\text{管内流速})^2$$

であるから、

$$\text{抵抗揚程} = (\text{全開の揚程} - \text{実揚程}) \times \frac{V^2}{(V_{\text{管内流速}})^2} \times \frac{L}{\text{排送距離}} \quad (70)$$

及びびる種々に変えて抵抗曲線を書き、これに揚程曲線を記入すると、
 (第6図) この両曲線の交点が吐出口が全開で、然も実揚程がない場合の
 各排送距離に於けるポンプの使用点である。これと試験時の各開口比に於
 ける使用点の位置から試験時の開口比が何米の排送巨高に相当するかが求
 められる。

第6図 揚程、抵抗曲線

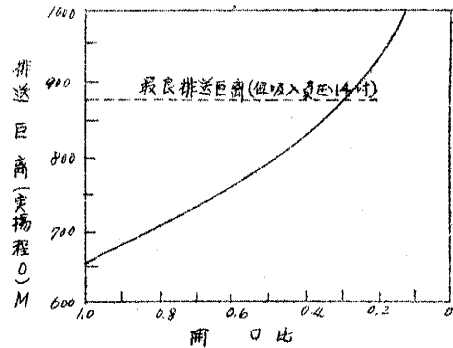


この関係を図にすると「試験時の開口
 比に相当する排送巨高」と言ふ第7図
 となり、この図から第4図の開口比を
 排送巨高に置き替へると第8図が得ら
 れる。

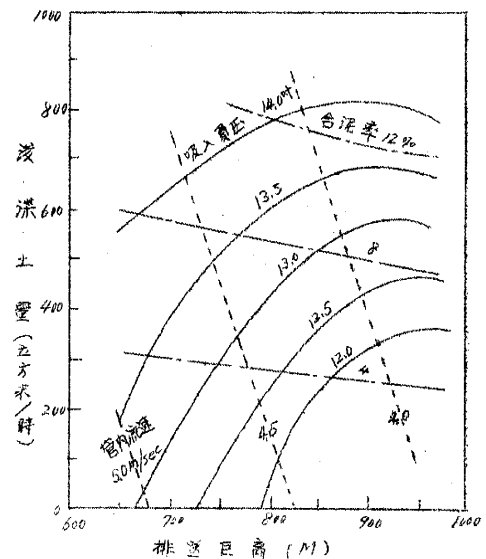
§. 3. 任意の排送巨高、任意の実
 揚程のある場合の開口比の決定

これについては、第6図と第7図から容易に求められる。即ち第9図は
 実排送巨高が 200, 400, 600, 800 m の場合及び、その各々に 2 m, 4 m の実
 揚程がある場合を示したもので、この例によれば実排送巨高 600 m, 実揚程

第7図
 試験時の開口比に相当する排送巨高
 (実排送巨高 612 m, 実揚程 2 m)



第8図 排送巨高と浸漬能力との関係



4 m であるは吸入負圧を

第9図 任意の排送巨高、任意の実揚程のある場合の開口比の決定

14 時に、開口比を 0.38

として運転すると、ポン

プは最良排送巨高 880 m

の場合と同じ様に毎時 820

立方メートルの土量を浚渫する

ことが出来ることがわかる。

即ち第9図を利用して

この例にとつたポンプ船

を最良の排送巨高と同様

能率で運転しようと思へ

ば実排送巨高に従つて第

10 図の様に絞板をかへて

運転すればよいことになる。

§ 4. 排送巨高が最良排送巨高より長い場合の処置。

ポンプの回転数又はイ

ムペラーの径を大きくし

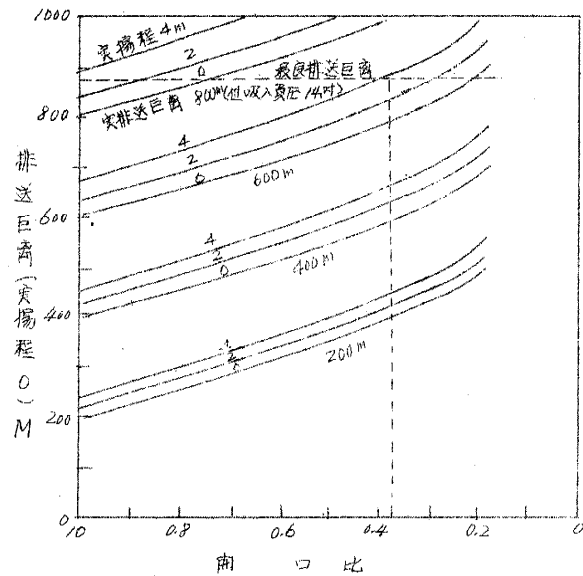
て、即ちイムペラーの回

速度を上げて能率の低下

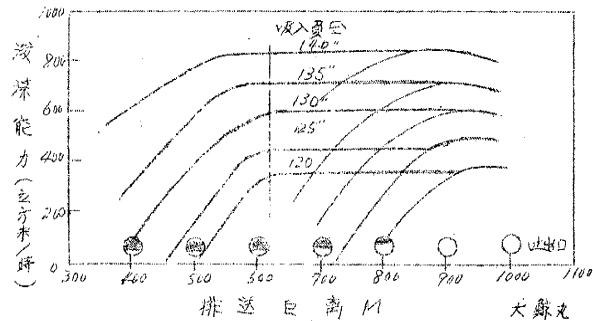
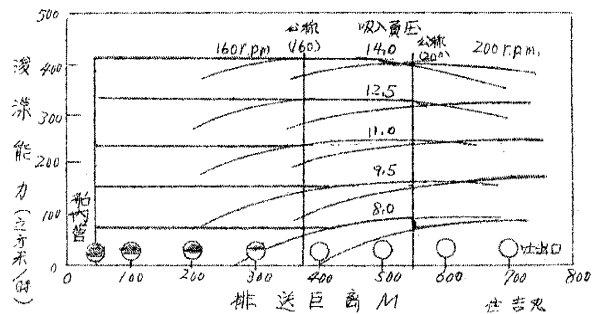
を防ぐ。

排送巨高が短い場合で

も、実際には絞り板をつけるよりはイムペラーの回速度を下げる方が吐出圧



第10図、ポンプ浚渫船の性能、但し吸入負圧 14 時の場合を公称としている(図では公称時より絞り又は見で用いている、細線は絞板のない場合)



力も下がり、電力消費量も減って経済的である。

§. 5. ポンプの回転数を變へ得る蒸気ポンプ船の試験から得られた、

2~3 の事項

- (1). ポンプの回転数が大きくなる程、最良排送巨高が長くなる。
- (2). 回転数が大きい程、排送巨高が短かい時の能力の低下が急激である。
- (3). 排送巨高が長過ぎる場合には、回転数の小さい方が能率の低下割合が大きい。
- (4). 回転数が大きい程、能率が比較的よい状態で使用し得る排送巨高の範囲が広くなる。
- (5). 吸入負圧を上げると最良排送巨高が短かい方へおれて来ることは前の場合と同様である。
- (6). 排送巨高とポンプの回転数及びその経済性、

(a). 同じ土量を送るのに回転数が200の時は、160の時の60%増の動力が必要、即ち石炭が1.6倍要ることになる。(第一表)

第一表

吸入負圧 14 吋 Hg. 浅深土量約 400 m ³ /時		
回 転 数	開 口 比	理論馬力
200	0.4	138
160	0.5	86
	比	1.60

第二表

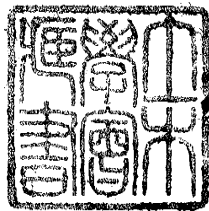
吸入負圧 14 吋 Hg.				
回 転 数	開 口 比	浅深土量	理論馬力	1立方米当り 動力消費
200	1.0	235	209	
160	1.0	365	117	
	比	0.64	1.79	2.77

(b). 運転者が不注意で、排砂管を絞らずに運転した場合、吸入負圧14吋でも浅深土量と動力消費は第二表の様になる。

(c). 不注意な運転と理想的場合、すなわち回転数160、開口比0.5の場合を基準にとつて比較すると第三表の様になる。

第 三 表

回転数	開口比	浚渫能力	動力	1立方メートル当り 動力消費
160	0.5	1.00	1.00	1.00
160	1.0	0.90	1.36	1.51
200	1.0	0.58	2.43	4.29



1935.6.6